

## תערובת מלחי חומצות שומן נדיפות (ISOPLUS) כתוספת מזונית לשיפור תנובת החלב בפרות

אילן כפרי\*, יוסי לפר\*, כתריאל תבורי\*\*, רמי אילת\*\*\*, קרולין קרומה\*\*\*.

עבודות שונות *in vitro* הצביעו על כך שהחומצות הנדיפות הנ"ל מעודדות התפתחותם של חיידקי הכרס הצלוליטיים בתרביות מיץ כרס. עבודות *in vivo*, הראו שקומבינציה של חלק מחומצות שומן נדיפות אלה או כולן (מאלה אשר צוינו) שיפרו אחד או יותר מהמדדים הבאים: תצרוכת מזון, עכול צלולזה, אצירת חנקן, גדול האוכלוסיה המיקרוביאלית בכרס ומשקל הגוף בפרות וכבשים אשר נוזנו במזונות גסים במנה (14-9). במחקרים אשר בוצעו על ידי פליקס וחוברני (Felix, et al) מצאו, כי תערובת של חומצות שומן נדיפות C-4 ו-C-5 שיפרו את אצירת החנקן ותנובת החלב. בחלק מעבודותיהם של הנ"ל הוכללה גם החומצה הפנילאצטית כתוספת מזונית במנה.

### בע"ח ושיטות

כ-220 פרות חולקו אקראית לשתי קבוצות, טיפול וביקורת. ההקבצה נערכה על פי נתוני תחלובה מן השנה הקודמת, גיל ומועד ההמלטה בפרות בוגרות. המבכירות חולקו לשתי הקבוצות על פי חיזוי מועד ההמלטה. תהליך ההקבצה החל בסוף חודש ספטמבר, הושלם למספר פרטים בכל קבוצה (119 פרות בוגרות ומבכירות) והסתיים כעבור כ-45 יום.

כשבועיים לפני מועד ההמלטה, כל פרה מקבוצת הטיפול קיבלה 43 גרם מתערובת החומצות הנדיפות כתוספת מזונית במנה היומית, אשר שימשה כתקופת הסתגלות לתכשיר. ביום ההמלטה הוכפל המינון ל-86 גרם לפרה ליום, לפי המלצת היצרן.

תצרוכת המזון ותנובת החלב על בסיס קבוצתי (טיפול וביקורת) נמדדו יומית 7-5 ימים רצופים בכל חודש, תקופה אשר כללה את ביקורת החלב החודשית. תצרוכת המזון נקבעה לפי ההפרש שהתקבל משקילת כמות המזון

התכשיר המזוני ISOPLUS פותח בארה"ב על ידי חברת איסטמן קודאק (EASTMAN KODAK) והוא מיועד לשיפור תנובת החלב בפרות. תכשיר זה מהווה תערובת של חומצות שומן נדיפות בעלות 4 ו-5 פחמנים המוספת למנה היומית של הפרות. על בסיס התוצאות החיוביות, אשר התקבלו מניסויים ברחבי ארה"ב וקנדה, הוחלט לבחון את התכשיר הנ"ל על פרות ומבכירות בתנאי הארץ. דו"ח זה מהווה סיכום ביניים לתוצאות, שהתקבלו עד 150 יום לתחלובה, מניסוי אשר נערך בקיבוץ נוה אור בעמק הירדן.

חומצות שומן נדיפות כגון החומצה האיזורבוטירית, איזוראלרית, 2-מתיל בוטירית, והשרשרת הישרה של החומצה הוואלרית, הינן מקור מזון חיוני להתפתחותם של חיידקי כרס צלוליטיים (1, 2, 3). החומצות: האיזורבוטירית, האיזורואלרית וה-2-מתיל בוטירית, מיוצרות בכרס בעיקר על ידי דיאמינציה אוקסידטיבית ודקרבוקסילציה של חומצות האמינו ואלין, לאוצין ואיזורלאוצין, בהתאמה (4). החומצה הוואלרית מקורה העיקרי מפחמימות או מהחומצה האמינית פרולין (5).

בקטריות צלוליטיות, כמו גם מינים רבים של בקטריות שאינן צלוליטיות, מנצלות את החומצות איזורבוטירית, איזורואלרית וה-2-מתיל בוטירית לסינטזת ואלין, לאוצין ואיזורלאוצין, בהתאמה, דרך מסלולים מטבוליים מסויימים (6). החומצה הוואלרית מיועדת לסינטזת פרולין (7). אותן חומצות מנוצלות על ידי חיידקים צלוליטיים אלה לביוסינטזה של חומצות שומן בעלות שרשרות ארוכות יותר ואלדהידים (8).

\* ד"ר אילן כפרי ויוסי לפר, אגרון בע"מ.

\*\* כתריאל תבורי, מ.א. "צמח".

\*\*\* רמי אילת וקרולין קרומה, קיבוץ נוה-אור.

### תוצאות ודיון

טבלה 2 מציגה את הממוצע של משקל הפרות כפי שהתקבל משקילה בשבוע ההמלטה ו-45 ימים אחר ההמלטה. הממוצע של משקל הפרות הבוגרות בקבוצת הטיפול היה גבוה יותר מזה של קבוצת הביקורת בשבוע ההמלטה ובשקילה המאוחרת יותר ב-12 ו-15 ק"ג, בהתאמה. מגמה דומה התקבלה אף במשקלי המבכירות, אם כי ההבדלים היו פחות בולטים, 8 ו-2 ק"ג.

נתוני צריכת המזון, אשר נאספו אחת לחודש במשך 5-7 יום רצופים, סוכמו כצריכת חומר יבש בק"ג לפרה ליום וכצריכה מתוקנת ל-100 ק"ג משקל גוף (טבלה 3). צריכת המזון של קבוצת הטיפול היתה גבוהה יותר מזו של קבוצת הביקורת ב-570 גרם בממוצע לפרה ליום. היות וקיים קשר ישיר וחיובי בין משקל גוף הפרה וצריכת המזון היומית, והיות ונמצאו הבדלים במשקלי הפרות בין קבוצת הטיפול וקבוצת הביקורת (משקלן הממוצע של הפרות בקבוצת הטיפול היה גבוה ממשקלן בקבוצת הביקורת), התצרוכת היומית בחומר יבש, לפרה ליום מתוקנת ל-100 ק"ג משקל הגוף, מבטאת בצורה נאמנה יותר את הצריכה האמיתית. משקלי הגוף שהתקבלו שבוע אחר ההמלטה שימשו כבסיס לחישוב. מערכי תצרוכת המזון על בסיס 100 ק"ג משקל הגוף עולה, כי לא היה הבדל בין קבוצת הטיפול וקבוצת הביקורת. תגובות החלב ואחוז השומן של הפרות הבוגרות והמבכירות מוצגות בטבלאות 4 ו-5, בהתאמה, ובציור 1. באחוז השומן לא היה הבדל בין קבוצת הטיפול וקבוצת הביקורת (3.19), כפי שבא לידי ביטוי בממוצע שבין 0-150 יום מההמלטה. לעומת זאת, בתגובות החלב ההבדל היה משמעותי.

הפרות הבוגרות, אשר קיבלו במזון תוספת חומצות שמן נדיפות, הניבו בשיא התחלובה (75-61 יום) 3.5 ק"ג חלב יותר מאשר קבוצת הביקורת ושיא התחלובה שלהן חל חודש מאוחר יותר. במועד שבו היה שיא התחלובה של פרות הביקורת (31-45 יום), הניבו פרות הניסוי 0.9 ק"ג חלב יותר.

המוגשת והשאריות. אחת לכל תקופת מדידה, נלקחו מדגמי בליל מוגש ומדגמי שאריות לבדיקה במעבדת "צמח".

המנה היומית לפרה כללה 1.5 ק"ג כופתיות שעורה, שהוגשה בכמות של חצי ק"ג מידי חליבה, ועוד 1 ק"ג שחת אספסת, שחולקה בנפרד, ובליל. הרכב הבליל ותכולת המנות מוצגים בטבלה 1.

לפני הניתוח הסטטיסטי נערך תיקון לפי מרחק מהמלטה. פרות אשר תגובותיהן היו בשתי סטיות תקן מעל או מתחת לממוצע לא נכללו בניתוח הסטטיסטי. גיל הפרה ותגובת השנה הקודמת שימשו בתור קווריאנט בניתוח התוצאות.

טבלה 1. הרכב ותכולת המנות (האחוז בחומר היבש)

ביקורת	טיפול	הבליל	
12.1	11.8		<b>מזון נפרד</b>
7.3	7.1		שעורה מכופתת
4.8	4.7		שחת אספסת
-	0.46		<b>איזורפלוס</b>
87.9	87.8	100	<b>בליל</b>
23.8	23.8	27.1	שעורה גרוסה
8.3	8.2	9.4	סובי חיטה
9.7	9.7	11.0	כוספת סויה
14.2	14.1	16.1	גרעיני כותנה
2.1	2.1	2.4	מ"מ 73 (צמח)
9.7	9.8	11.2	תחמיץ חיטה
15.4	15.4	17.5	תחמיץ תירס
2.6	2.6	3.0	סידנית
0.3	0.3	0.34	תרכיז ויטמינים
1.7	1.8	2.0	קליפות הדר
18.20	18.59		סה"כ חומר יבש, ק"ג

### תכולה מזונית

חלבון	17.1%
תאית	15.2%
דופן-תא (NDF)	34.7%
אנרגיה נטו	1.688 מק"ל
סידן	1.21%
זרחן	0.50%

טבלה 2. משקל כלל הפרות בעדר ומספר הפרות שנשקלו, משקל הפרות הבוגרות והמבכירות בשבוע ההמלטה ו-45 יום אחרי ההמלטה.

בוגרות		מבכירות		כלל הפרות בעדר		
משקל ממוצע ק"ג	מספר	משקל ממוצע ק"ג	מספר	משקל ממוצע ק"ג	מספר	
543	74	477	35	522	109	שבוע ההמלטה
531	66	469	43	507	109	טיפול
						ביקורת
521	60	432	25	495	85	45 יום אחר ההמלטה
506	59	430	36	477	95	טיפול
						ביקורת

טבלה 3. צריכת חומר יבש כוללת לפרה ליום וצריכה מתוקנת ל-100 ק"ג משקל גוף

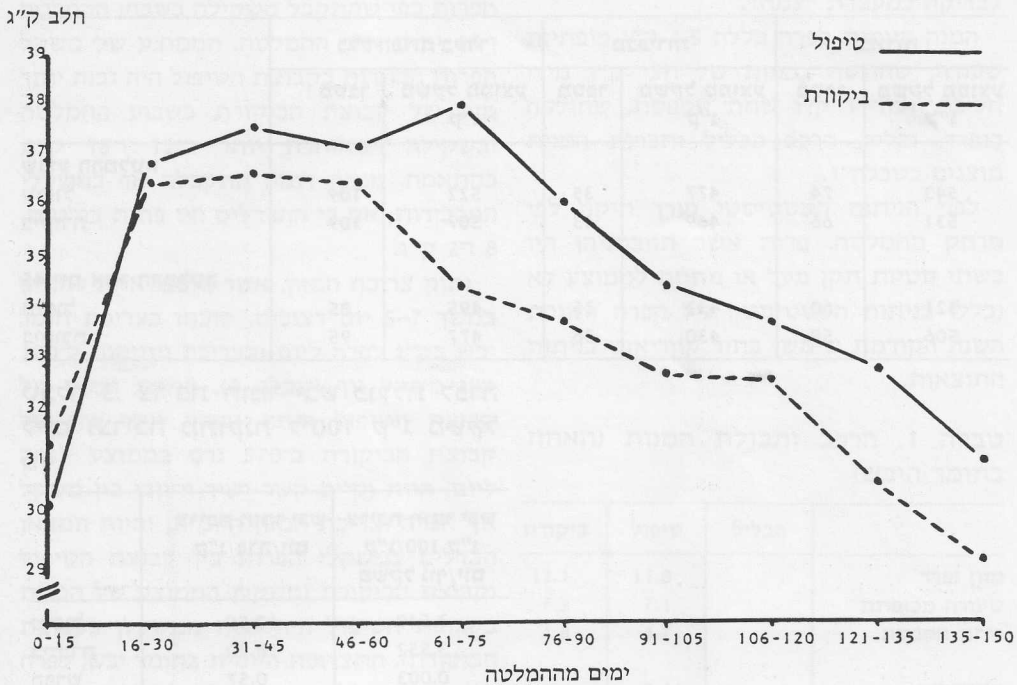
צריכת חומר יבש ק"ג/100 ק"ג משקל גוף/יום	צריכת חומר יבש ק"ג/פרה/יום	
3.549	18.59	טיפול
3.552	18.20	ביקורת
0.003	0.57	הפרש

טבלה 4. השפעת תוספת חומצות שומן קצרות שרשרת על אחוז השומן ותנובת החלב בפרות בוגרות.

ביקורת		טיפול		מרחק מהמלטה ימים
תנובת חלב ק"ג	שומן %	תנובת חלב ק"ג	שומן %	
31.3	3.64	30.0	3.65	0-15
36.5	3.07	36.9	3.13	16-30
36.7	3.15	37.6	3.01	31-45
36.5	2.94	37.2	3.08	46-60
34.5 <sub>ב</sub>	3.10	38.0 <sub>א</sub>	3.04	61-75
33.8 <sub>ב</sub>	3.08	36.1 <sub>א</sub>	3.09	76-90
32.8 <sub>ב</sub>	3.13	34.5 <sub>א</sub>	3.29	91-105
32.7	3.10	33.8	3.26	106-120
30.7	3.37	32.9	3.22	121-135
29.2	3.38	31.1	3.19	136-150
33.7 <sub>ב</sub>	3.19	35.2 <sub>א</sub>	3.19	ממוצע 0-150
		+1.5	0	הפרש

בין הטורים, מספרים המצויינים באותיות שונות מבטאים הבדלים משמעותיים מבחינה סטטיסטית ( $p < 0.05$ )

ציור 1. השפעת התוספת של חומצות שומן קצרות-שרשרת על תנובת החלב בפרות בוגרות.



הפרות הבוגרות למבכירות כתגובה לתוספת חומצות שומן נדיפות במנה. תגובתן הנמוכה של המבכירות יחסית לבוגרות מוסברת בדרישת המבכירות לאנרגיה לצרכי גדילה בנוסף לייצור חלב, מה שאין כן בפרות בוגרות. בעוד בפרות בוגרות, היתרון הנוסף מניצול התאית, כתוצאה מן השימוש בתכשיר זה, מופנה כולו לייצור חלב, במבכירות חלקו מנוצל גם לגדילה.

בטבלה 6 מובאים הנתונים של החלב משווה השומן (3.5%), כפי שהתקבלו מהפרות הבוגרות והמבכירות. בעוד ההפרש בחמ"ש בין קבוצות הטיפול והביקורת בפרות הבוגרות היה נמוך יותר מההפרש בתנובת החלב, 1.4 לעומת 1.5 ק"ג, בהתאמה, במבכירות לעומת זאת המגמה היתה הפוכה, 0.6 ק"ג חלב לעומת 0.7 ק"ג חמ"ש. הן בתנובת חלב המבכירות והן בחמ"ש, נזקפו ההפרשים לטובת קבוצת הטיפול. הפרשים אלה לא היו משמעותיים סטטיסטית ( $P > .05$ ).

חלוקת הפרות בשני הטיפולים ל- $\frac{2}{3}$  עליונים ול- $\frac{1}{3}$  תחתון מבחינת תנובת החלב (ציור 2) מראה, שתוספת חומצות השומן הנדיפות השפיעה באופן דומה על תנובת החלב בגבוהות הפוטנציאל, ( $\frac{2}{3}$  עליונים) ובנמוכות הפוטנציאל ( $\frac{1}{3}$  תחתון). ההשפעה היתה בולטת יותר בגבוהות הפוטנציאל.

טבלה 5 מסכמת את הנתונים של קבוצת המבכירות. ממוצעי התנובות וניתוח השונויות איננו מבוסס על התחלובה הקודמת, כפי שהתבצע עם הנתונים של הפרות הבוגרות. ממוצע תנובת המבכירות בקבוצת הטיפול עלה על ממוצע תנובת הביקורת ב-1.9 ק"ג במועד השלישי (31-45 יום מההמלטה). אולם, בממוצע הכללי (0-150 יום) ההפרש היה 0.6 ק"ג בלבד. הפרש זה לא היה משמעותי מבחינה סטטיסטית ( $P > .05$ ).

אף בעבודות קודמות נתקבלו הבדלים בין

טבלה 5. השפעת תוספת חומצות שומן קצרות שרשרת על אחוזי השומן ותנובת החלב במבכירות.

ביקורת		טיפול		מרחק מהמלטה	ימים
תנובת חלב ק"ג	שומן %	תנובת חלב ק"ג	שומן %		
22.6	4.21	23.7	4.07		0-15
28.4	3.36	27.8	3.46		16-30
28.6 <sub>ב</sub>	3.27	30.5 <sub>א</sub>	3.39		31-45
28.3	3.41	29.6	3.26		46-60
28.9	3.18	28.8	3.34		61-75
29.6	3.26	29.5	3.52		76-90
28.9	3.21	29.2	3.36		91-105
28.7	3.31	29.1	3.15		106-120
28.6	3.29	28.6	3.16		121-135
27.6	3.26	28.5	3.44		136-150
28.1	3.40	28.7	3.45		ממוצע 0-150
		+0.6	.05		הפרש

בין הטורים, מספרים המצויינים באותיות שונות מבטאים הבדלים משמעותיים מבחינה סטטיסטית ( $p < .05$ )

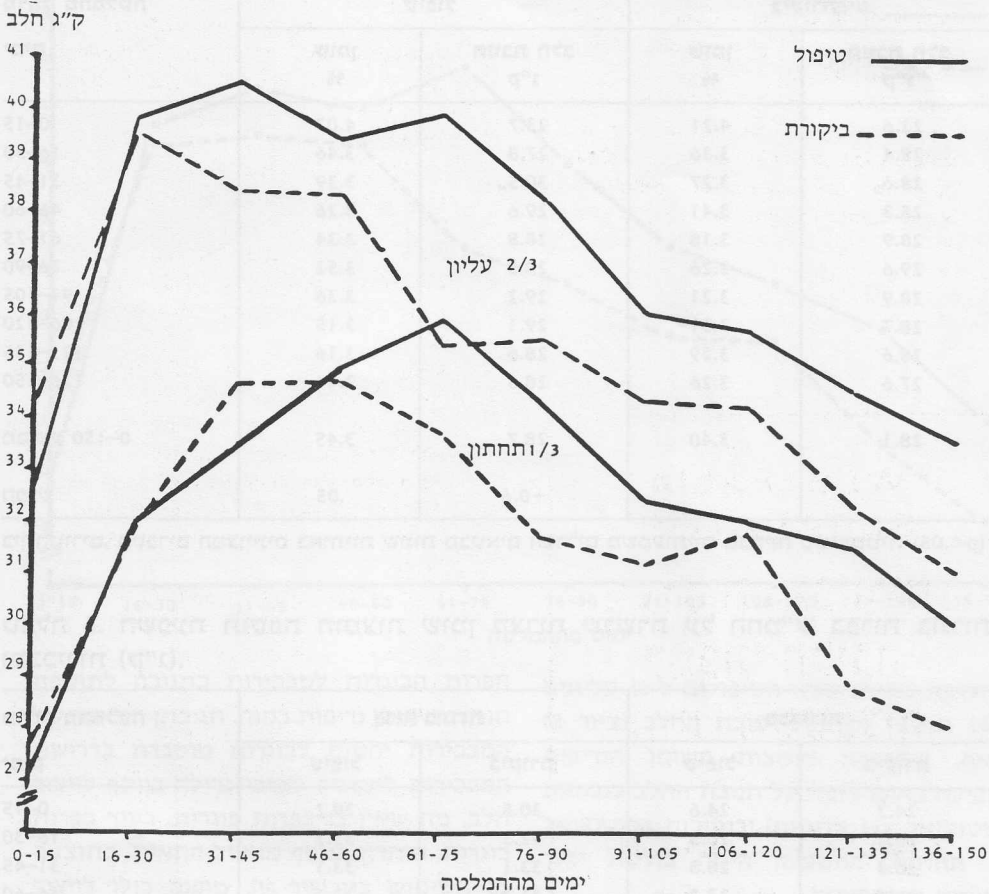
טבלה 6. השפעת תוספת חומצות שומן קצרות שרשרת על החמ"ש בפרות בוגרות ומבכירות (ק"ג).

מבכירות		פרות בוגרות		מרחק מהמלטה	ימים
ביקורת	טיפול	ביקורת	טיפול		
24.2	24.6	30.5	29.2		0-15
26.6	26.5	32.3	33.2		16-30
26.3	28.8	33.1	33.1		31-45
26.7	27.2	31.7	33.1		46-60
26.3	26.8	30.8	33.6		61-75
27.2	28.3	30.2	32.1		76-90
26.3	27.4	29.6	31.9		91-105
26.6	26.3	29.3	31.1		106-120
26.5	25.9	28.7	30.0		121-135
25.3	27.0	27.4	28.1		136-150
26.2	26.9	30.4	31.8		ממוצע 0-150
	+0.7		+1.4		הפרש

בין הטורים, מספרים המצויינים באותיות שונות מבטאים הבדלים משמעותיים מבחינה סטטיסטית ( $p < .05$ )



ציור 2. תנובת הפרות הבוגרות, אשר קיבלו תוספת איזו־פלוס, כאשר הנתונים של פרות גבוהות התנובה, שני שלישים מן המספר הכולל, סוכמו בנפרד מאלה של נמוכות התנובה, שליש אחת מן המספר הכולל.



תוצאות אלה בפרות חולבות מסוג הולשטיין, כפי שנתקבלו בתנאי הארץ, היו בהתאמה עם הממצאים בארה"ב וקנדה. בתצרוכת המזון לא היו הבדלים בין שתי הקבוצות.

### סיכום

הפרות הבוגרות והמבכירות, אשר קיבלו במזון תוספת של חומצות שומן נדיפות, הניבו משמעותית יותר חלב בשיא התחלובה ובסה"כ ייצרו יותר חלב במחצית הראשונה של עונת התחלובה, בהשוואה לקבוצת הביקורת.

1958. Effect of alfalfa hay and valeric acids on growth of dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 41:552.
13. Umunna N.N., Klopfenstein T. and Woods W. 1975. Influence of branched-chain volatile fatty acids on nitrogen utilization of lambs fed urea containing high roughage rations. *J. Anim. Sci.* 40:523.
14. Van Gylswyk N.O. 1970. The effect of supplementing a low-protein hay on the cellulolytic bacteria in the rumen of sheep and on the digestibility of cellulose and hemicellulose. *J. Agric. Sci. Camb.* 74:169.

## ספרות

1. Bryant M.P. 1973. Nutritional requirements of the predominant rumen cellulolytic bacteria. *Fed. Proc.* 32:1809.
2. Bryant M.P. and Robinson I.M. 1962. Some nutritional characteristics of predominant culture able ruminal bacteria. *J. Bacteriol.* 84:605.
3. Slyter L.L. and Weaver, J.M. 1969. Growth factor requirements of *Ruminococcus flavefactans* isolated from the rumen of cattle fed purified diets. *Appl. Microbiol.* 17:737.
4. Allison M.J. and Bryant M.P. 1963. Biosynthesis of branched-chain fatty acids by rumen bacteria. *Arch Biochem. Biophys.* 101:269.
5. Dehority B.A., Johnson R.R., Bentley O.G. and Moxon A.L. 1958. Studies on the metabolism of valine, proline, leucine and isoleucine by rumen microorganisms in vitro. *Arch. Biochem. Biophys.* 78:15.
6. Allison M.J. 1969. Biosynthesis of amino acids by ruminal microorganisms. *J. Anim. Sci.* 29:797/
7. Amos H.E., Little C.O. and Mitchell G.E. Jr. 1971. Proline utilization during cellulose fermentation by rumen microorganisms. *J. Agric. Food Chem.* 19:112.
8. Allison M.J., Bryant M.P., Katz I. and Keency M. 1961. Metabolic function of branched-chain volatile fatty acids growth factors for ruminococci 11. Biosynthesis of higher branched-chain fatty acids and aldehydes. *J. Bacteriol* 83:184.
9. Cline T.R., Garrigus U.S. and Hatfield E.E. 1966. Addition of branched and straight-chain volatile fatty acids to purified diets and effects on utilization of certain dietary components. *J. Anim Sci.* 25:734.
10. Hemsley J.A. and Moir R.J. 1963. The influence of higher volatile fatty acids on the intake of urea-supplemented low quality cereal hay by sheep. *Aust. J. Agric Res.* 14:509.
11. Kay R.N.B. and Phillispon A.T. 1964. The influence of urea and other dietary supplements on the nitrogen content of the digesta passing to the duodenum of hay-fed sheep. *Proc. Nutr. Soc.* 23:552.
12. Lassite C.A., Emery R.S. and Duncan C.W.

WESTFALIA  
SEPARATOR

מערכות ואביזרים  
למכוני חליבה  
מחב' ווסטפליה

נציגים בלעדיים בארץ

חב' אחים הרשברג  
מכונות בע"מ,

טל. 052-521666

שירות לילה 052-521657

כתובת, רח' גלגלי הפלדה 18

אזור התעשייה, הרצליה ב'

